



Schets van de Waterhouderij.

ILLUSTRATIE: INNOVATIENETWERK TRANSFORUM, AEQUATOR GROEN & RUIMTE

gezuiverd voor drinkwater, industriële toepassingen, stadswater en/of landbouw of natuur.

De effecten van conserveringsmaatregelen gaan verder dan alleen de hydrologische effecten van reductie van piekafvoeren en vergroting van de basisafvoer in de beken in het stedelijk gebied. De maatregelen bieden ook een grotere bedrijfszekerheid en nieuwe mogelijkheden tot uitbreiding naar meer hoogwaardige teelten voor de landbouwers. Ook de natuur zal profiteren van hogere grondwaterstanden en een verhoging van de kwelflux. Natuurlijk zijn er ook nadelen, zoals lokaal hogere grondwaterstanden in de kwelgebieden. Met name in het stedelijk gebied kan dit leiden tot overlast.

#### Waterhouderij

De voorwaarden voor adequate maatregelen op gebiedsniveau zijn samen te vatten in de woorden 'willen' en 'kunnen'. Conservering kan, mits er voldoende ruimte bovenstrooms in het watersysteem aanwezig is. Verder moet de wil aanwezig zijn voor een vergaande samenwerking tussen gebiedspartijen; gebiedspartijen die principes los willen laten en visie hebben op een duurzame watervoorziening voor de toekomst. Het concept de 'Waterhouderij' (een innovatienetwerk van TransForum en Aequator Groen & Ruimte) is een voorbeeld hiervan, op gebiedsniveau uitgewerkt. De Waterhouderij is meer dan alleen conserveren; het

concept probeert de waterkringloop zoveel mogelijk te sluiten en een extra impuls te geven aan het landelijk gebied. In het concept is de relatie tussen stad en land essentieel voor de realisatie van de maatregelen. De techniek en de kennis om de waterkringloop grotendeels te sluiten zijn aanwezig, nu de wil nog.

Een vernieuwend element binnen het concept is het creëren van een economisch motief en markt om onder andere het water te conserveren. Om dit te bereiken is een verevening van kosten en baten noodzakelijk met als resultaat meer financiële middelen voor de benodigde investeringen, een grotere kans op deelname en meer ruimte (lees grond) voor waterconservering. Het conserveren van water wordt immers een (nieuwe) economische activiteit. Iedereen zal moeten bijdragen op basis van het beginsel 'de begunstigde betaalt'. Het stedelijk gebied wordt een belangrijke afzetmarkt voor het water uit het gebied. Nieuwe gebiedsgerichte waardenketens ontstaan waar water wordt verhandeld van verschillende kwaliteit. De deelnemers aan de Waterhouderij hebben naast hun 'klasieke' grondpositie ook een waterpositie verworven. Met een dergelijk andere aanpak kunnen wij ook in de toekomst in onze vraag naar water voor stad en land voorzien.

Marco Arts is werkzaam als projectmanager bij Aequator Groen & Ruimte in Dronten/Wageningen.

## Onder- versus bovengrondse infiltratievoorzieningen

Ir. F.C. Boogaard  
ing. R. Wentink

Infiltratievoorzieningen zijn onder te verdelen in bovengronds en ondergronds. Ondergronds wordt het water in buizen onder maaiveld naar waterbuffers geleid, waaruit het water naar de omringende grond en het grondwater kan infiltreren. De bovengrondse voorzieningen hebben een waterbuffer die zich aan het oppervlak bevindt. Het water wordt daar tijdelijk opgevangen om vervolgens in de bodem te infiltreren.

Bij nieuwbouw of herinrichting van een wijk is het zaak vanaf het begin rekening te houden met bovengrondse infiltratievoorzieningen, omdat deze relatief veel ruimte kosten en daardoor niet overal inpasbaar zijn. In bestaand stedelijk gebied moeten ze worden ingepast in de bestaande structuur, waardoor ze een andere functie verdrukken, zoals openbaar groen of een speelveldje. Bij nieuwbouw spelen vaak discussies over de uitgeefbare grond een rol. De grond waarop de bovengrondse voorziening ligt, had bebouwd kunnen worden en vertegenwoordigt dus een waarde. Dit aspect gaat niet of ten dele op als het snippergroen in de wijk gecombineerd wordt en als bovengrondse voorziening wordt gebruikt met een dubbele functie: recreatief groen en waterberging.

Ondergrondse voorzieningen zijn eenvoudiger inpasbaar, zij het dat er een goede afstemming moet plaatsvinden met de overige ondergrondse infrastructuur. Aandachtspunten daarbij zijn nutsbedrijven, kruisingen met het afvoerstelsel en bomen.

#### Zichtbaarheid

De voorkeur gaat vaak uit naar oppervlakkige afvoer en infiltratie vanwege de zichtbaarheid: dit vergroot de beleving en betrokkenheid van bewoners en de visuele controle op goede werking van het systeem. Zo zijn door het regenwater boven het maaiveld af te voeren, foutieve aansluitingen beter controleerbaar en vinden dergelijke lozingen minder vaak plaats. De inpassing van goten in het openbaar gebied en tuinen verdient aandacht om barrièrewerking voor bijvoorbeeld fietsers, rollators en kinderwagens te beperken of te voorkomen en problemen in de winter



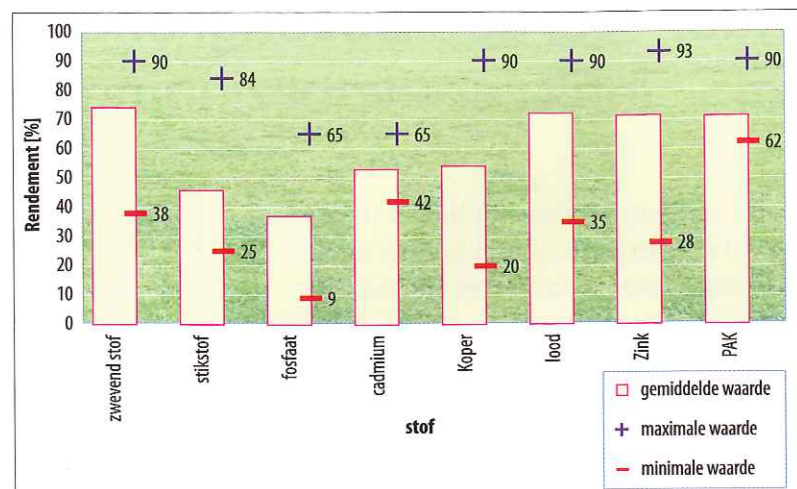
Wadi in het Schotse Dundee, met grotere dimensies door zwaardere hydraulische eisen dan elders in Europa.  
FOTO'S: TAUW

(bevroingsgevaar) voor te zijn.

Zowel de boven- als ondergrondse voorzieningen zijn primair gericht op het bergen van regenwater, zodat dit in de bodem kan infiltreren. Hiervoor dient de grondwaterstand bij voorkeur lager te liggen dan de bodem van de voorziening, omdat anders een deel van de berging niet beschikbaar is. Ondergrondse systemen zijn gevoeliger voor hoge grondwaterstanden dan bovengrondse voorzieningen, omdat ze zich daar over het algemeen dichter bij bevinden.

De doorlatendheid van de infiltratievoorziening kan afnemen door dichtslibbing van de voorziening of onderdelen ervan, zoals het geotextiel. Hierdoor neemt de ledigingstijd van de voorziening toe, waardoor er minder water infiltreert en er een toename van het





#### RENDEMENT

Zuiveringsrendementen van bovengrondse voorzieningen internationaal.

BRON: BARRETT 1998, WALSH ET AL. 1997, ROESNER 1999, HASE 1998, LUKER 1994, WINER 2000

aantal overstorten is. Goede voorzieningen voor het afvangen van zand, slib en bladeren zijn aan te bevelen. Duurt door dichtslibbing de lediging van de bovengrondse voorziening te lang, dan kan de vegetatie daar schade van ondervinden. Bij bovengrondse voorzieningen is een achteruitgang in de ledigingstijd soms relatief eenvoudig op te lossen door bijvoorbeeld de grasmat te verticuteren of door de bodem deels te bewerken en opnieuw in te zaaien. Bij ondergrondse voorzieningen is het herstellen van een verslechterde doorlatendheid veel lastiger, en tegen hogere kosten, op te lossen.

#### Kosten

De aanlegkosten van bovengrondse voorzieningen per vierkante meter afgekoppeld verhard oppervlak kunnen ongeveer de helft tot een derde bedragen van die van ondergrondse voorzieningen. Hierbij is geen rekening gehouden met de eventuele kosten/waarde van de grond waarop de voorziening ligt, die per regio sterk kan verschillen. Daarmee zijn bovengrondse voorzieningen in aanleg vaak goedkoper dan ondergrondse voorzieningen. De beheerkosten hangen sterk af van de vormgeving en esthetische eisen (mooi gazon of verruiging bijvoorbeeld).

Het talud van de bovengrondse infiltratie is in belangrijke mate bepalend voor de beleving ervan. Een steil talud benadrukt de diepte en laat het op een greppel lijken. Voor het onderhoud is het zaak dat het talud niet te steil is (1:3 of flauwer).

Een korte ledigingstijd en beperking van de diepte van de bovengrondse voorziening zijn, naast het bij voorkeur snel beschikbaar komen van de berging, van

belang voor de veiligheid. Bewoners zijn nog wel eens bang dat spelende kinderen hierin kunnen verdrinken. Voor de veiligheid moet het talud daarom vrij flauw zijn, zijn grote dieptes ongewenst en moet de bovengrondse infiltratie goed zichtbaar zijn.

Infiltratievoorzieningen doen een extra beroep op de oplettendheid van bewoners (geen foutieve aansluitingen op infiltratievoorzieningen, geen afval(water) in de kolken, niet autowassen, minimaliseren van het gebruik van bestrijdingsmiddelen en het strooien van zout). Deze zorgvuldigheid is in het algemeen, dus ook in 'traditioneel' gerioleerde wijken, gewenst. Communicatie is daarom van groot belang: de medewerking van de bewoners is alleen te verwachten als zij op de hoogte zijn van de aanwezigheid en werking van het systeem. Het beheer in 'infiltratiewijken' verdient de nodige aandacht. Een goed onderhouden bovengrondse voorziening draagt bij aan een fraaier straat- en wijkbeeld en wordt door de bewoners hoog gewaardeerd. Bij het ontwerp moet men er dus rekening mee houden dat onderhoud eenvoudig is uit te voeren.

#### Milieuhygiënisch functioneren

Het afstromende regenwater van verharde oppervlakken bevat diverse verontreinigingen. Zware metalen en PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) kunnen in normoverschrijdende concentraties worden aangetroffen. Een groot deel van deze verontreinigingen is gebonden aan het zwevend stof.

Bij infiltratie van het afgekoppelde water in een bovengrondse voorziening worden verontreinigingen vastgehouden door vooral de filterende werking van

de bodem. Nationale en internationale monitoringprogramma's (zakputten en bermen bij snelwegen) wijzen uit dat deze accumulatie voornamelijk in de eerste tientallen centimeters van de bodem plaatsvindt.

#### Rendementen

Aan de rendementen van bovengrondse voorzieningen is in Nederland nog niet veel gemeten. In het buitenland worden bovengrondse voorzieningen en bermfiltratie al langer toegepast en zijn diversen systemen aan monitoringprogramma's onderworpen. In het internationale project Skills Integration and New Technologies worden deze ervaringen en monitoringgegevens geïnventariseerd.

Uit diverse onderzoeken in Engeland en de VS blijkt dat de zuiveringsprestaties per locatie sterk kunnen verschillen, bijvoorbeeld door kwaliteitsfluctuaties van het influent, dimensies van voorzieningen. Voor stoffen als zware metalen en PAK's zijn de rendementen over het algemeen hoger dan voor nutriënten (stikstof en fosfaat); deze laatste binden zich in mindere mate aan de gronddeeltjes.

In tegenstelling tot bovengrondse voorzieningen is er (internationaal) weinig gemeten aan de mogelijke vervuiling van de omliggende bodem bij ondergrondse infiltratievoorzieningen. Door het over het algemeen niet zichtbaar afvoeren van regenwater en ongunstiger condities voor vastlegging en afbraak van verontreinigingen, zijn de risico's voor bodem- en grondwaterkwaliteit bij ondergrondse voorzieningen hoger dan bij bovengrondse.

Om inzicht te krijgen in het milieutechnisch functioneren



Dichtgeslibde bodem van infiltratie-element.

ren is recentelijk op diverse plaatsen in Nederland onderzoek gedaan naar ondergrondse infiltratievoorzieningen die tussen 1993 en 2002 zijn aangelegd (Rioned 2007, 'Ondergrondse infiltratie van regenwater'). Hieruit blijkt dat in het algemeen op de onderzoekslocaties geen grote toename van verontreinigde stoffen is geconstateerd. De concentraties van verontreinigingen nemen af met de diepte, gezien vanuit de voorziening. De ingeschatte 'milieutechnische levensduur' van infiltratievoorzieningen bedraagt dan ook tientallen jaren. Dit is vergelijkbaar met de gemiddelde levensduur van riolering (veertig tot zestig jaar).

#### Aanbevelingen

Om een gefundeerde keuze te maken tussen boven- en ondergrondse voorzieningen, zijn diverse criteria van belang. De keuze voor het systeem wordt bepaald door het belang dat men hecht aan de diverse criteria. Dat dit afhankelijk is van locatie, organisatie en persoon, wordt snel duidelijk in een multidisciplinair ontwerpproces. De belangen van betrokken partijen (gemeente, waterschap, architect, projectontwikkelaar) kunnen sterk verschillen.

Om niet na jaren geconfronteerd te worden met een systeem dat niet past bij de locatie of de beheerorganisatie, is het van belang de genoemde aspecten goed te bespreken en te overdenken. In de praktijk gebeurt dit helaas te weinig. Het is sterk aan te bevelen deze aspecten – hydraulisch en milieutechnisch functioneren, ruimtebeslag, beleving, veiligheid, rendement, kosten en beheer – mee te nemen in een multicriteria-analyse. Per organisatie of persoon geeft men dan een wegingsfactor aan elk criterium. De locatieafhankelijkheid vraagt vaak om specifieke aanvullende criteria, zoals robuustheid, esthetica en vandalismebestendigheid, die in het communicatieproces een plaats moeten krijgen.

In de praktijk blijkt dat gedurende het eerste jaar van functioneren vaak nog het een en ander aan het systeem valt te optimaliseren, zodat het functioneren verbetert en de bewoners meer tevreden zijn. Daarom verdient het sterke aanbeveling om in de periode net na aanleg van de voorziening, (beperkt) te monitoren (van goede klachtinventarisatie in waterloket tot metingen) en de bevindingen te evalueren met beheerders en bewoners.

*Floris Boogaard en Ronald Wentink zijn werkzaam bij Tauw in Amsterdam en Deventer.*